

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 08-109994
(43) Date of publication of application : 30.04.1996

(51) Int. Cl. F16L 47/02

B29C 65/34

// B29L 23:00

B29L 31:24

(21) Application number : 06-245693

(71) Applicant : OSAKA GAS CO LTD

(22) Date of filing : 11.10.1994

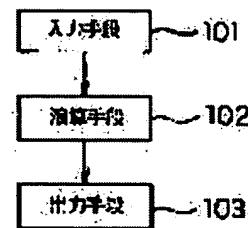
(72) Inventor : NISHIMURA HIROYUKI
SUYAMA MASAMI
INOUE TOMIO
NAKAGAWA TOMOKAZU

(54) COUPLING FUSION SIMULATION DEVICE, MANUFACTURE OF COUPLING, AND CONTRACTION CONTROL FOR GAP

(57) Abstract:

PURPOSE: To correctly control the contraction speed for the gap and increase the contraction speed of the gap.

CONSTITUTION: In the simulation for the thermal fusion between a pipe body and a coupling, an input means 101 which receives at least the initial residual compression stress of the coupling, linear expansion coefficient between the pipe body and the coupling and the thermal conductivity, calculating means 102 which obtains the contraction speed of the gap between the pipe body and the coupling according to the prescribed rule in consideration of the initial residual compression stress, on the basis of the inputted data, and an output means 103 which outputs the result of the calculation are provided.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-109994

(43)公開日 平成8年(1996)4月30日

(51)Int.Cl'

識別記号

序内整理番号

P 1

技術表示箇所

F 16 L 47/02

B 29 C 65/34

B 29 L 23:00

31:24

7639-4F

審査請求 未請求 請求項の数 5 OL (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平6-245993

(22)出願日

平成6年(1994)10月11日

(71)出願人 000000284

大阪瓦斯株式会社

大阪府大阪市中央区平野町四丁目1番2号

(72)発明者 西村 寛之

大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪
瓦斯株式会社内

(72)発明者 須山 正美

大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪
瓦斯株式会社内

(72)発明者 井上 富美夫

大阪市中央区平野町四丁目1番2号 大阪
瓦斯株式会社内

(74)代理人 弁理士 森田 正道

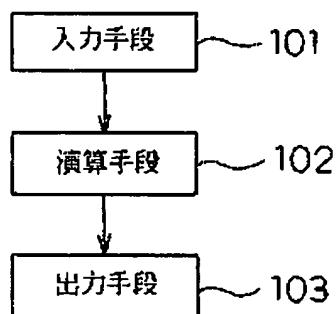
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 緊手融着シミュレーション装置及び緑手製造方法及び隙間の縮まり方を制御する方法

(57)【要約】

【目的】隙間の縮まる速度の制御が従来に比べてより一層正確に行なうことが出来る隙間の縮まり方を制御する方法及び緑手融着シミュレーション装置を提供することと、隙間の縮まる速度を従来に比べてより一層遅くすることが出来る緑手製造方法を提供することを目的とする。

【構成】パイプ本体と緑手とを熱融着することについてシミュレーションする場合、前記緑手の初期残留圧縮応力と、前記パイプ本体と前記緑手の線膨張係数及び熱伝導率とを少なくとも入力する入力手段101と、前記入力されるデータに基づいて、前記パイプ本体と前記緑手との間に存在する隙間の縮まる速度を前記初期残留圧縮応力を考慮した所定のルールに従って求める演算手段102と、その演算結果を出力する出力手段103とを備える。



(2)

特開平8-109994

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】 バイプ本体と椎手とを熱融着する場合、少なくとも前記バイプ本体と前記椎手の線膨張係数及び熱伝導率を考慮して、前記バイプ本体と前記椎手との間に存在する隙間について、その隙間の縮まり方を制御する方法において。

前記隙間の縮まる速度をより速くしたい場合は、前記椎手の初期残圧圧縮応力をより大きし、又、前記隙間の縮まる速度をより遅くしたい場合は、前記椎手の初期残圧圧縮応力をより小さくすることにより前記速度を制御することを特徴とする隙間の縮まり方を制御する方法。

【請求項2】 バイプ本体と椎手とを熱融着することについてシミュレーションする場合、前記椎手の初期残圧圧縮応力と、前記バイプ本体と前記椎手の線膨張係数及び熱伝導率とを少なくとも入力する入力手段と、

前記入力されるデータに基づいて、前記バイプ本体と前記椎手との間に存在する隙間の縮まる速度を前記初期残圧圧縮応力を考慮した所定のルールに従って求める演算手段と、

その演算結果を出力する出力手段と、を備えたことを特徴とする椎手融着シミュレーション装置。

【請求項3】 バイプ本体と椎手とを熱融着する場合に使用する前記椎手の製造方法において。

前記熱融着が行われる場合に、前記バイプ本体と前記椎手との間に存在する隙間の縮まる速度がより速くなるように、前記椎手の成形加工後、少なくともその椎手の前記隙間を形成する面をより早く冷却して作成することを特徴とする椎手製造方法。

【請求項4】 バイプ本体と椎手とを熱融着する場合、少なくとも前記バイプ本体と前記椎手の線膨張係数及び熱伝導率を考慮して、前記バイプ本体と前記椎手との間に存在する隙間について、その隙間の縮まり方を制御する方法において。

前記隙間の縮まる速度をより速くしたい場合は、前記椎手の体積膨張率をより大きし、又、前記隙間の縮まる速度をより遅くしたい場合は、前記椎手の体積膨張率をより小さくすることにより前記速度を制御することを特徴とする隙間の縮まり方を制御する方法。

【請求項5】 バイプ本体と椎手とを熱融着する場合に使用する前記椎手の製造方法において。

前記熱融着が行われる場合に、前記バイプ本体と前記椎手との間に存在する隙間の縮まる速度がより速くなるように、少なくともその椎手の前記隙間を形成する部位及び/又はその近傍に体積膨張率がより大きい材料を使用して作成することを特徴とする椎手製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、バイプ本体と椎手の接觸面を熱で溶かして融着する場合に利用可能な、椎手融着シミュレーション装置及び椎手製造方法及び隙間の縮

まり方を制御する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、2本のガス用ポリエチレンパイプ(以降、PEパイプと呼ぶ)を接合する方法として、椎手を用いて接合する方法が知られており、以下にその構成及び動作を説明する。

【0003】 即ち、図8(a)に示すように、椎手902は、PEパイプ901の外形より少しだけ内径を有し、しかもPEパイプ901に比べて長さの短い筒状のものである(図8(b)参照)。椎手902の内部には、内面側に近い方にコイル状に成形された電熱線903が内蔵されている。このインサート成形された電熱線903の両端は、椎手902の外部に露出しており、その先端部には通常用いられる端子(図示省略)が設けられている。ここで、図8(a)は、PEパイプ901と、電熱線903を内蔵した椎手902の組立状態において、PEパイプ901の中心軸Xを含み切断した場合の断面図であり、図8(b)は、同組立状態において、中心軸Xに対して直角方向に切断した図中YY'で示す矢印断面図である。

2本のPEパイプ901を接合する場合、PEパイプ901と椎手902を図8(a)のように配置して、電熱線903に通電する。このように電熱線903がある一定時間通電されることにより、椎手902の電熱線903の周辺部が軟化し、椎手902の内面側がPEパイプ901の外側へと移動して、椎手902とPEパイプ901との間に存在している隙間(ギャップ)904が閉塞する。隙間904が閉塞した後も通電が続けられており、椎手902とPEパイプ901の界面温度が上昇し、熱融着可能な温度に到達することにより、両者の接合面が熱融着される。これにより2本のPEパイプ901の接合が完了する。

【0004】 又、従来より、このような熱融着による接合における各部の温度変化をシミュレーションする方法も知られている。各部の温度としては、例えば、椎手902の内面と、それに対応している位置のPEパイプ901の外側等である。

【0005】 即ち、PEパイプ901と椎手902の物理性値として、熱伝導率、比熱、粘性、線膨張係数、ボアソン比等を入力データとして、伝熱解析や熱応力解析を行なって、上記熱融着の際のPEパイプ901と椎手902の温度変化のシミュレーションを行ない、例えば、上記通電に必要な時間等の事前検討の一部に活用されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のような従来の熱融着の方法では、隙間904の縮まる速度を左右するパラメータとして、椎手の初期残圧圧縮応力の分布をも考慮に入れるという考え方が基本的になかった。このために、椎手902が物性的にも形状・構造的にも初期値として全く同じであるとの前提の基に、同一

(3)

特開平8-10994

3

条件で熱融着を行なった場合、従来全く認識されていなかったこの前提条件に結果的に不備があったために、隙間904の縮まる速度の制御が正確に行えないという欠点があった。又、上記従来のシミュレーションについても、上記入力データに基づいて、従手の初期残圧縮応力を考慮に入れないで計算されたPEパイプ901と従手902の温度変化の結果が、実際の実験により測定された値と一致しないため、正確な従手の評価が出来ないといった課題を有していた。

【0007】本発明は、従来の熱融着の方法等のこのような課題を考慮し、隙間の縮まる速度の制御が従来に比べてより一層正確に行なうことが出来る隙間の端まり方を制御する方法及び従手融着シミュレーション装置を提供することを目的とする。

【0008】又、上記課題を解決するために、隙間の縮まる速度を従来に比べてより一層速くすることが出来る従手製造方法を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1の本発明は、パイプ本体と従手とを熱融着する場合、少なくとも前記パイプ本体と前記従手の複数個数及び熱伝導率を考慮して、前記パイプ本体と前記従手との間に存在する隙間について、その隙間の端まり方を制御する方法において、前記隙間の縮まる速度をより速くしたい場合は、前記従手の初期残圧縮応力をより大きくし、又、前記隙間の縮まる速度をより遅くしたい場合は、前記従手の初期残圧縮応力をより小さくすることにより前記速度を制御する。隙間の端まり方を制御する方法である。

【0010】請求項2の本発明は、パイプ本体と従手とを熱融着することについてシミュレーションする場合、前記従手の初期残圧縮応力と、前記パイプ本体と前記従手の複数個数及び熱伝導率とを少なくとも入力する入力手段と、前記入力されるデータに基づいて、前記パイプ本体と前記従手との間に存在する隙間の縮まる速度を前記初期残圧縮応力を考慮した所定のルールに従って求める演算手段と、その演算結果を出力する出力手段とを備えた従手融着シミュレーション装置である。

【0011】請求項3の本発明は、パイプ本体と従手とを熱融着する場合に使用する前記従手の製造方法において、前記熱融着が行われる場合に、前記パイプ本体と前記従手との間に存在する隙間の縮まる速度がより遅くなるように、前記従手の成形加工後、少なくともその従手の前記隙間を形成する面をより速く冷却して作成する従手製造方法である。

【0012】請求項4の本発明は、パイプ本体と従手とを熱融着する場合、少なくとも前記パイプ本体と前記従手の複数個数及び熱伝導率を考慮して、前記パイプ本体と前記従手との間に存在する隙間について、その隙間の端まり方を制御する方法において、前記隙間の縮まる速度をより速くしたい場合は、前記従手の体積膨張率を

4

より大きくし、又、前記隙間の縮まる速度をより遅くしたい場合は、前記従手の体積膨張率をより小さくすることにより前記速度を制御する、隙間の端まり方を制御する方法である。

【0013】請求項5の本発明は、パイプ本体と従手とを熱融着する場合に使用する前記従手の製造方法において、前記熱融着が行われる場合に、前記パイプ本体と前記従手との間に存在する隙間の縮まる速度がより遅くなるように、少なくともその従手の前記隙間を形成する部位及び／又はその近傍に体積膨張率がより大きい材料を使用して作成する従手製造方法である。

【0014】

【作用】請求項1の本発明では、パイプ本体と従手とを熱融着する場合、例えば、隙間の縮まる速度をより速くしたい場合は、前記従手の初期残圧縮応力がより大きいものを使用し、又、前記隙間の縮まる速度をより遅くしたい場合は、前記従手の初期残圧縮応力がより小さいものを使用することにより隙間の縮まる速度の制御が従来に比べてより一層正確に行なうことが出来る。

【0015】請求項2の本発明では、入力手段が、パイプ本体と従手とを熱融着することについてシミュレーションする場合、前記従手の初期残圧縮応力と、前記パイプ本体と前記従手の複数個数及び熱伝導率とを少なくとも入力し、演算手段が前記入力されるデータに基づいて、前記パイプ本体と前記従手との間に存在する隙間の縮まる速度を前記初期残圧縮応力を考慮した所定のルールに従って求め、出力手段がその演算結果を出力する。これにより、例えば、前記隙間の縮まる速度をより一層正確にシミュレーション出来る。

【0016】請求項3の本発明では、パイプ本体と従手とを熱融着する場合に使用される従手は、例えば、成形加工後その従手の、前記パイプ本体との間に隙間を形成する面がより速く冷却されて作成される。このようにして作成された従手では、初期残圧縮応力がより大きくなっているので、この従手を用いて熱融着を行えば、パイプ本体と従手との間に存在する隙間の縮まる速度がより速くなる。

【0017】請求項4の本発明では、パイプ本体と従手とを熱融着する場合、例えば、隙間の縮まる速度をより速くしたい場合は、前記従手の体積膨張率がより大きいものを使用し、又、前記隙間の縮まる速度をより遅くしたい場合は、前記従手の体積膨張率がより小さいものを使用することにより隙間の縮まる速度の制御が従来に比べてより一層正確に行なうことが出来る。

【0018】請求項5の本発明では、パイプ本体と従手とを熱融着する場合に使用される従手は、例えば、成形加工後その従手の、前記パイプ本体との間に隙間を形成する部位及び／又はその近傍に体積膨張率がより大きい材料を使用して作成される。このようにして作成された従手では、隙間を形成する部位及び／又はその近傍の体

(4)

特開平8-109994

5

線膨張率がより大きくなっているので、この椎手を用いて熱融着を行えば、パイプ本体と椎手との間に存在する隙間の縮まる速度がより遠くなる。

【0019】

【実施例】以下、本発明にかかる実施例について図面を参照しながら説明する。

【0020】図1は、本発明の一実施例の椎手融着シミュレーション装置の構成図であり、同図を用いて本実施例の構成を説明する。尚、パイプと椎手等に関しては、本旨的に図8と同じものを使用する場合は、同じ符号を付し、その説明を省略する。

【0021】図1において、入力手段101は本発明のパイプ本体としてのPEパイプ901(図8(a)参照)の各種物性値と、椎手902の少なくとも初期残留圧縮応力を含む各種物性値等を入力するための手段である。演算手段102はこれらの入力データからPEパイプ901と椎手902との間に存在する隙間904(図8(b)参照)の縮まる速度を上記初期残留圧縮応力を考慮した所定のルールに従って求める手段である。出力手段103は演算手段102による演算結果をプリンター(図示省略)等に出力するためのものである。

【0022】次に、以上のように構成された本実施例の椎手融着シミュレーション装置において、その動作を述べながら、本発明の隙間の縮まり方を制御する方法の一実施例を図面を参照しながら説明する。

【0023】入力手段101により、熱伝導率、比熱、密度、粘性、ヤング率、線膨張係数、ポアソン比が入力データとして入力され、更に、これらに加えて、椎手902の初期残留応力として、初期残留圧縮応力と初期残留引っ張り応力の分布データ(図4参照)が入力される。

【0024】本発明の最も重要な点の一つは、隙間904の縮まる速度を左右するパラメータとして従来全く気づかれていなかった椎手902の初期残留圧縮応力をも考慮に入れるべきであるとの認識に立って、この初期残留圧縮応力の分布を演算に必要な一つの重要なパラメータとして扱った点である。

【0025】入力手段101から入力された各種データは、基本的には、図2に示す概念図に従って処理される。ここで図2は本実施例の椎手融着シミュレーション装置の演算処理の基本的な流れを示す概念図である。

【0026】すなわち、初期データからPEパイプ901の外面(パイプ界面)、椎手902の内面(椎手界面)、電熱線903、及び電熱線903近傍の椎手902内部の各々の温度分布が、伝熱解析手段201により伝熱解析を行なって求められる。それら温度分布データ及び各種物性値を用いて、熱応力解析手段202による熱応力解析結果から隙間904の縮まる速度が隙間閉塞演算手段203により演算され、新たな隙間904aのデータ等が算出される。

【0027】このようにして、求められた新たな隙間9

5

04aのデータ等を基に再び、伝熱解析を行ない上記各部位の温度分布を計算するというプロセスを繰り返す。

【0028】そのプロセスについて、更に具体的に図3(a)、(b)を参照しながら説明する。ここで、図3(a)、(b)は、本実施例の演算処理の動作を説明するフローチャートである。

【0029】すなわち、PEパイプ901と椎手902との間に、隙間904が存在する場合には、これらは各々独立に変形し、その隙間が縮じると、一体化して変形するので、これを解析モデルに取り入れなければならない。本実施例では、以下のような計算手順によって、隙間904の閉塞についての処理を行うものである。

【0030】ステップ1：入力手段101により、データを入力する。具体的には、PEパイプ901と椎手902の形状データ及びそのメッシュサイズ、隙間904の寸法の初期値、PEパイプ901と椎手902の粘度及び弾性率、解析を行なう時間間隔(Δt とも表す)、電熱線903への通電停止時刻等を入力する。ここで、メッシュサイズとは、後述する熱応力解析等に用いる応力分布データの入力に關し、椎手902等の形状をどのような方法で、どの程度の分量に分割するかを決定するためのパラメータである(図3(a)参照)。又、隙間904の寸法とは、PEパイプ901の中心軸Xから放射状方向を基準として測定したPEパイプ901の外面と椎手902の内面との距離をいうものとする。

【0031】ステップ2：初期残留応力分布データを入力する。ここで、初期に入力する残留応力値としては、パイプの応力計算のため、円筒座標系を用いている。そして、応力は、パイプの周方向、軸方向、及び半径方向の3つの方向についての応力を用いて表現される。本実施例では、初期に代入する残留応力値としては、周方向(図4参照)と軸方向の2つの応力を用いる。残りの1つの半径方向の応力は、約合の式から算出される。

【0032】図4は、この初期残留応力の内、PEパイプ901の周方向初期残留応力分布曲線401と椎手902の周方向初期残留応力分布曲線402を示すグラフである。ここで、グラフの横軸は、PEパイプ901及び椎手902の半径方向を基準とした中心軸Xからの距離を示しており、グラフの縦軸はPEパイプ901及び椎手902の周方向初期残留応力値を示す。

【0033】同図からも明らかのように、椎手902の外面に近い部分として、半径方向距離が7.0(mm)の位置では、初期残留引っ張り応力が4.40(g/mm²)であり、椎手902の中心部分として、同距離が約6.6(mm)の位置では、初期残留応力がほぼ0(g/mm²)であることがわかる。又、椎手902の内面に近い部分として、半径方向距離が5.8(mm)の位置では、初期残留圧縮応力が-3.60(g/mm²)であることが読み取れる。このことから、椎手902の初期残留圧縮応力としては、相対的に見て、外面に近い部分

(5)

特開平8-109994

7

より内面に近い部分の方がより一層大きな値として分布しているといえる。

【0034】ステップ3：シミュレーションにおけるスタートを示すために、電熱線903への通電開始時刻として、 $t = 0$ が設定され、その時の隙間904の寸法が既にステップ1にて入力済みの初期隙間値として g_0 に設定される。尚、通電開始時を基準として任意の時刻 t における隙間の寸法は g_t と表すものとする。

【0035】ステップ4：次に、本実施例で用いる伝熱解析用のプログラムにより、時刻 t における各部の温度を求める。

【0036】ステップ5：次に、本実施例で用いる熱応力解析用の応力解析プログラムにより、時刻 t における各部の応力分布、歪、変位を求める。

【0037】ここで、 $t = 0$ の場合のみ、ステップ2で入力した初期残留応力分布データ（図4参照）が用いられる。

【0038】ここでの処理内容を、図3（b）を参照しながら更に具体的に説明する。

【0039】ステップ31：ステップ4での時刻 t における各部の温度データに基づいて、要素毎に（式1）

【0040】

【数1】

$$\hat{P} = \int \mathbf{B}^T \cdot \mathbf{D}_{cr} \cdot \mathbf{B} dv \quad (\text{式1})$$

から応力マトリックスを計算し、全体に生成する。

【0041】図5は、時刻 $t = 50$ （秒）、200（秒）における計算により得られた周方向応力分布を示すグラフである。尚、参考として、時刻 $t = 0$ での圖方*

$$g_{t+\Delta t} = g_t + \Delta u_{<j>} - \Delta u_{<p>} \quad (\text{式4})$$

によって求める。

【0048】ここに、 $\Delta u_{<j>}、\Delta u_{<p>}$ は各々、継手902の内面及びPEパイプ901の外面の半径方向変位増分である。

【0049】ステップ7：ステップ6にて求めた時刻 $t + \Delta t$ における隙間値が、正の値であるか否かを判定する。

【0050】判定の結果が、正の値であれば、ステップ8へ進み、0又は負の値であれば、ステップ9へ進む。

【0051】ステップ8：ステップ7での判定結果が正の値の場合、時刻 t に対して $t + \Delta t$ を代入する。すな

*向初期残留応力分布データ（図4に示すものと同じものである）は点線で表した。

【0042】ステップ32：更に、要素毎に（式2）

【0043】

【数2】

$$\mathbf{K} = \int \mathbf{B}^T \cdot \mathbf{D} \cdot \mathbf{B} dv \quad (\text{式2})$$

から剛性マトリックスを計算し、全体に生成する。

【0044】ステップ33：ステップ31、32における計算結果を基に、通電開始から時刻 $t + \Delta t$ におけるPEパイプ901及び継手902の各部の半径方向変位増分を（式3）

【0045】

【数3】

$$\Delta u_l = \mathbf{K}^{-1} \cdot \Delta t \cdot \hat{P} \quad (\text{式3})$$

但し、 \mathbf{K} は剛性マトリックス、 Δt は時間増分、

\hat{P} は時刻 t の温度および応力に関する関数。

から求める。この場合、隙間904が閉塞せずにまだ存在しているものとして、PEパイプ901と継手902に関して各々独立に変形するとの前提で演算処理を行なう。

【0046】ステップ6：ステップ33で求めた半径方向変位増分に基づき、時刻 $t + \Delta t$ における隙間値を

（式4）

【0047】

【数4】

※わち、 $t = t + \Delta t$ となって、ステップ4へ戻り、上記ステップを繰り返す。

【0052】ステップ9：ステップ7での判定結果が0又は負の値の場合は、時刻 t と時刻 $t + \Delta t$ の間に、PEパイプ901の外面と継手902の内面が接触し、隙間904が完全に閉塞したこと意味する。そこで、隙間904が完全に閉塞した時刻として、 $t + \Delta t (0 < t < 1)$ を求めるために、（式5）

【0053】

【数5】

$$\delta = g_t / (g_t - g_{t+\Delta t}) \quad (\text{式5})$$

にて δ を求める。

【0054】そして、隙間904が完全に閉塞した時刻50された時刻 $t + \Delta t$ における半径方向変位増分を、上記時

(5)

特開平8-109994

9

刻 $t + \Delta t$ での変位増分ベクトルの値に (式6)
【0055】

$$\Delta \mathbf{w} = \xi \Delta \mathbf{w}$$

* 【数6】

*

10

(式6)

ここに、右辺の $\Delta \mathbf{w}$ は、ステップ 3 にて (式3) により求められた
時刻 $t + \Delta t$ における半径方向変位増分である。

を用いて置き換える。その後、ステップ 10 へ進む。

【0056】ステップ 10 : $t = t + \Delta t$ として、ステップ 4 へ戻り、上記ステップを繰り返す。但し、この場合、隙間 904 が完全に閉塞した後の処理となるために、上記の処理とは、若干の相違点がある。

【0057】例えば、ステップ 3 での (式3) の計算は、PE パイプ 901 の外面と椎手 902 の内面は一体化して変形するといういわゆる境界条件として、 $\Delta u_{rr} = \Delta u_{\theta\theta}$ を用いて処理される。

【0058】以上説明した各ステップを、予め設定しておいた解析終了時刻まで繰り返すことにより、後述する、電熱線 903 への通電時間と隙間 904 の縮まる速度の関係及び各部の温度の関係を表したシミュレーション結果 (図6、図7 (a)、(b) 参照) を得ることが出来る。

【0059】次に、このように計算により得られた、隙間 904 の寸法の時間的な変化状況 (隙間の縮まる速度と見ててもよい) のシミュレーション結果の例を、図6を参照しながら説明する。

【0060】図6は、椎手 902 の初期残留圧縮応力の違いにより、隙間 904 の縮まる速度が異なるようすを表したグラフである。

【0061】ここで、横軸は電熱線 903 の通電時間 (秒) を、縦軸は隙間 904 の寸法を表している。

【0062】同図に示すように、601 は初期残留圧縮応力の分布が通常の場合 (図4に示したものに相当) の計算例であり、隙間 904 が0になるまでの隙間閉塞時間は 7.6 秒である。602 は初期残留圧縮応力がりの場合の計算例であり、隙間閉塞時間は 1.6 秒である。

又、603 は椎手 902 の内面側近傍の初期残留圧縮応力が通常の 2 倍である場合の計算例であり、隙間閉塞時間は 5.3 秒である。

【0063】このように、椎手 902 の初期残留圧縮応力を入力パラメータの一つとして加えることにより、隙間 904 の縮まる速度がより一層正確にシミュレーション可能となる。

【0064】次に、このように椎手の初期残留圧縮応力を加味して、得られたシミュレーション結果が実際の実験結果と如何によく類似しているかについて、図7を参照しながら説明する。

【0065】すなわち、図7 (a) は、本実施例の椎手融着シミュレーション装置により計算されたシミュレーション結果の内、電熱線 903 への通電時間と隙間 904

4 の縮まる速度の関係を表したグラフであり、図6で説明したものとの内、初期残留圧縮応力が通常の場合 (図4に示したものに相当) のシミュレーション結果と同じものである。

【0066】図7 (b) は、図7 (a) と同じシミュレーション結果の内、電熱線 903 への通電時間と各部位の温度の関係を表したグラフであり、各グラフの横軸は共に時間軸であり一致している。図7 (b) において、シミュレーション結果は実線で表され、実験データは点線で表されている。

【0067】図7 (b) に示す各部位の温度変化を表したグラフからも明らかなように、本実施例によるシミュレーション結果が実際の実験結果と極めてよく類似していることがわかる。

【0068】これは、上記椎手の初期残留圧縮応力を加味して、熱応力解析等を行なった結果、隙間 904 が縮まって行く過程を従来に比べてより一層正確に解析することが出来たからに他ならない。

【0069】PE パイプ 901 と椎手 902 を熱融着する場合、融着前の設置時に隙間 904 が存在することは上述した通りである。電熱線 903 に通電して、電熱線 903 から発生した熱がいくら椎手 902 の内面に伝わっても、隙間 904 がいつまでも存在し続いていると、椎手 902 の内面から PE パイプ 901 外面に対して熱が充分に伝わらず適正な融着が行われない。

【0070】従って、上記隙間閉塞時間が短ければ短いほど、椎手 902 から PE パイプ 901 に対してより早く、しかもより充分な熱が伝わるために、熱融着がより適正に行われる。

【0071】このようなことから、上記隙間閉塞時間をより短くすることが出来る椎手の作成が必要となる。

【0072】以下、上記要望に応じることが可能な、本40発明の他の実施例の椎手製造方法を説明する。

【0073】すなわち、上記隙間閉塞時間を従来よりもより短くすることが出来る椎手 902 を製造するためには、椎手 902 の成形加工後、その椎手 902 の内面側を従来よりもより速く冷却するとよい。

【0074】このようにすることにより、椎手 902 の外側には初期残留引張り応力が分布し、椎手 902 の内面側には従来に比べてより一層大きな初期残留圧縮応力が分布することになり、上述したことから明らかのように上記隙間閉塞時間を従来よりもより短くすることが出来る。

(7)

特開平8-109994

11

【0075】又、逆に隙間閉塞時間を従来よりも長くするためには、椎手902の成形加工後、その椎手902の内面側を従来よりもよりゆっくりと冷却するとい。これは、言うまでも無く、椎手902の外側にはより小さな値の初期残留引っ張り応力が分布し、椎手902の内面側には従来に比べてより小さな初期残留圧縮応力が分布することになるからである。

【0076】以上説明した上記実施例の構成によれば、椎手902に内蔵されている電熱線903に通電を開始してから、隙間904が閉塞していく過程を時間の流れに沿ってより一層正確に解析が出来る。

【0077】又、入力する物性値が一定値ではなく、温度や時間経過とともに任意に変化する値であっても解析が可能である。

【0078】これにより、隙間904が閉塞していく過程を正確に解析してシミュレーションすることが可能となり、電熱線903への通電に必要な時間や椎手902の形状あるいは、その物性等の事前検討に活用出来る。

【0079】従って、椎手902の試作数値や融着性能の確認実験回数を低減することが可能となる。このことは、特に口径が15.0mmや20.0mm等の大口径のPEパイプ901の椎手902の事前検討に対して、極めて大きな効果を発揮するものであり、確認実験に要する膨大な時間とコストの大半が低減が可能となる。

【0080】尚、上記実施例では、椎手の冷却方法として、椎手の内面側を冷却する場合について説明したが、これに限らず、例えば、椎手全体を冷却するようにして、その冷却の速さを従来より速くする等、冷却の速さを制御する方法でもよく、要するに椎手の内面側の初期残留圧縮応力が制御出来る方法でありさえすればどのような冷却方法の内容は問わない。

【0081】又、上記実施例では、椎手製造方法として、パイプ本体と椎手との間に存在する隙間の縮まる速度がより速くなるようにするために、椎手を冷却する場合について説明したが、これに限らず、例えば、椎手の内面側に体積膨張率がより大きい材料を使用して作成する製造方法を用いてもよい。

【0082】この場合、更に具体的に説明すると、例えば、椎手の内面側と外側とに各々体積膨張率が異なる2種類の成形用樹脂材料を用い、2層成形をして製造するようにもよい。このとき、内面側の材料としては外側の材料に比べて体積膨張率の大きいものが使用されるのは言うまでもない。

【0083】他の例として、上記電熱線を被覆する被覆樹脂を使用する際に、その被覆樹脂の体積膨張率を椎手の材料の体積膨張率に比べてより大きいものを使用する方法としてもよい。

【0084】更に他の例として、上記電熱線を巻き付けるベースとなるポビンを使用する場合であれば、そのポビンの材料の体積膨張率を椎手の材料の体積膨張率に比

12

べてより大きいものを使用する方法としてもよい。

【0085】

【発明の効果】以上述べたところから明らかのように本発明は、パイプ本体と椎手との間に存在する隙間の縮まる速度を従来に比べてより一層速くすることが出来るという長所を有する。

【0086】又、本発明は、隙間の縮まる速度をより一層正確にシミュレーション出来るという長所を有する。

【図面の簡単な説明】

16 【図1】本発明の一実施例の椎手融着シミュレーション装置の構成図

【図2】同実施例の椎手融着シミュレーション装置の演算処理の基本的な流れを示す概念図

【図3】図3(a), (b); 同実施例の演算処理の動作を説明するフローチャート

【図4】同実施例で用いるPEパイプと椎手の周方向初期残留応力の分布を示すグラフ

【図5】同実施例において、時刻t = 50(秒)、200(秒)における計算により得られた周方向応力分布を示すグラフ

【図6】同実施例の椎手の初期残留圧縮応力の違いにより、隙間の縮まる速度が異なるようすを表したグラフ

【図7】図7(a); 同実施例の椎手融着シミュレーション装置により計算されたシミュレーション結果の内、電熱線への通電時間と隙間の縮まる速度の関係を表したグラフ

図7(b); 同シミュレーション結果の内、電熱線への通電時間と各部位の温度の関係を表したグラフ

30 【図8】図8(a); 従来、及び本発明の一実施例で用いる椎手、PEパイプの組立状態において、中心軸を含み切断した場合の断面図

図8(b); 同組立状態において、同中心軸に対して直角方向に切断した矢視断面図

【符号の説明】

101 入力手段

102 演算手段

103 出力手段

201 伝熱解析手段

202 热応力解析手段

46 203 隙間閉塞演算手段

401 PEパイプ周方向初期残留応力分布曲線

402 椎手周方向初期残留応力分布曲線

601 初期残留圧縮応力が通常の場合の計算結果

602 初期残留圧縮応力が0の場合の計算結果

603 初期残留圧縮応力が通常の2倍である場合の計算結果

902 椎手

901 PEパイプ

903 電熱線

50 904 隙間(ギャップ)

X 中心道

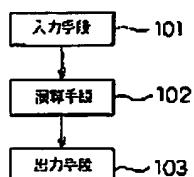
13

18

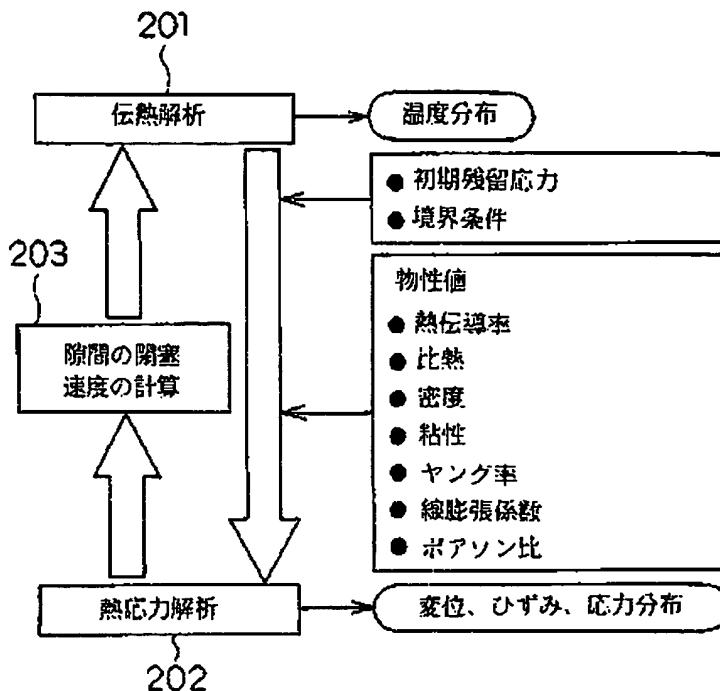
特開平8-109994

14

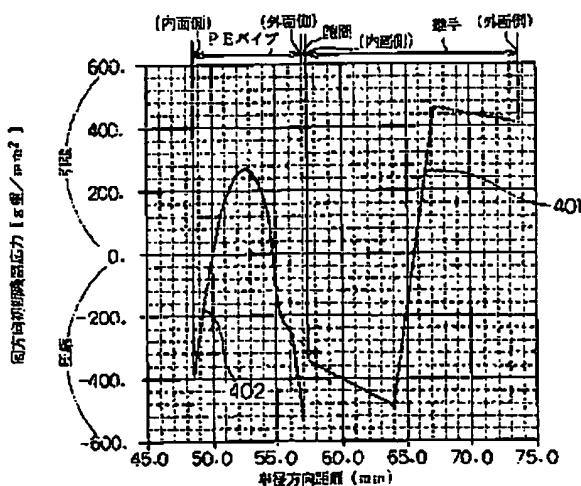
[图 1]



[圖 2]



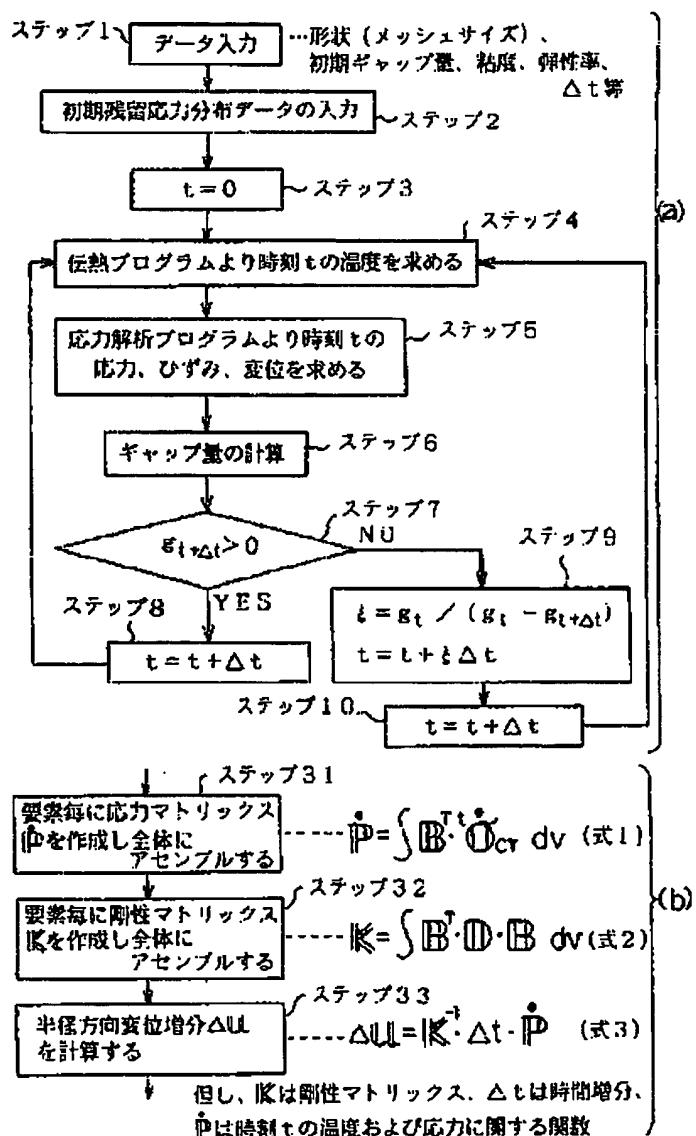
[图4]



(9)

特開平8-109994

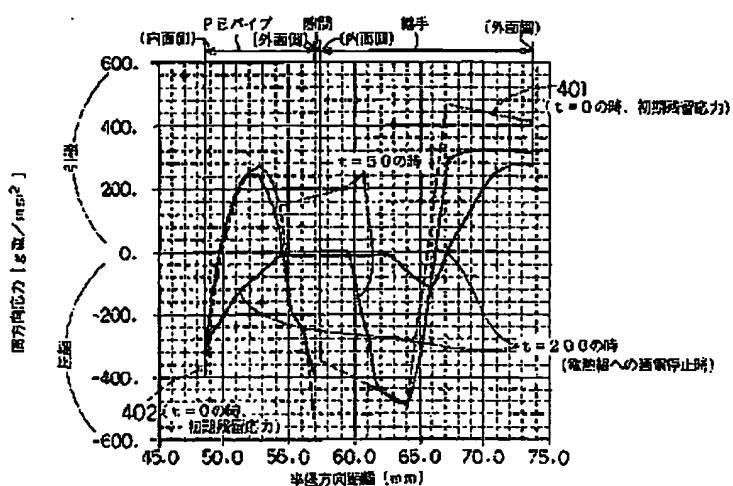
[図3]



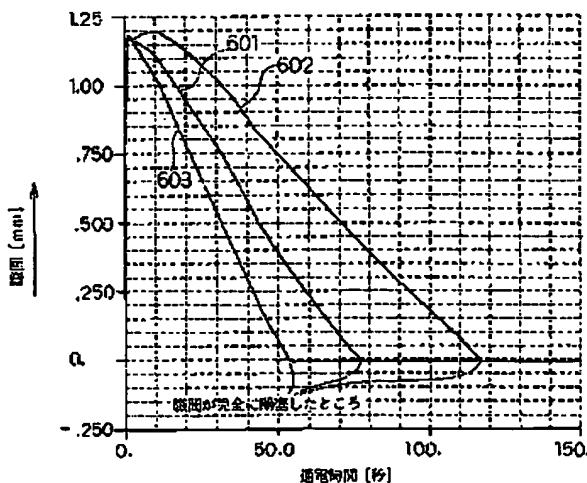
(10)

特開平8-109994

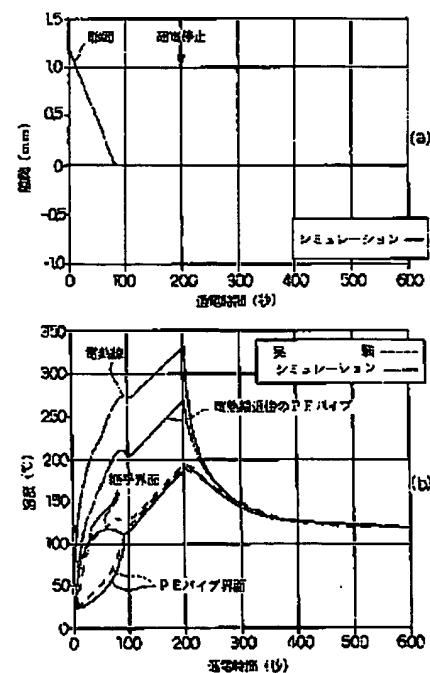
[図5]



[図6]



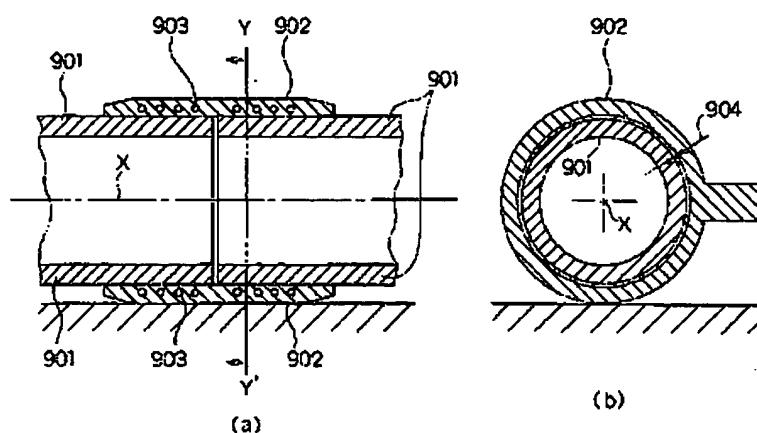
[図7]



(11)

特開平8-109994

【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 中川 知和
神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会
社神戸製鋼所内